

河川工事におけるカーボンニュートラルへ向けた取組推進について

札幌開発建設部 千歳川河川事務所 第2工務課 ○山本 敬介
園山 裕士
大田見 定

令和4年度、千歳川河川事務所の主な工事内容は築堤盛土であり、今後もその傾向は継続する。気候変動が進む中でCO2排出削減が推進されるが、当事務所の築堤盛土工事はその特性から他工事と比較して効果的な排出対策が難しいと考えられる。これを踏まえ当事務所では発注者・受注者一体でCO2排出対策の実施・共有を進めてきた。

本稿は、河川工事でのカーボンニュートラルに向けた今後の更なる対策推進への基礎となる事例を報告する。

キーワード：カーボンニュートラル、インフラゼロカーボン、脱炭素、受発注者連携

1. はじめに

千歳川河川事務所は、石狩川の支川である千歳川とその支川を管理している。千歳川は水源である支笏湖より北上して石狩川本川と合流する。流域は下流側である石狩川本川と標高差がほとんどない低平地であり、高含水比粘性土や泥炭からなる軟弱地盤である。そのため洪水時には石狩川本川の背水を受けやすく、長時間に及んで水位が高い状態が継続することから、治水的観点では非常に危険な流域である。対策として管内では、6つの遊水地整備と堤防拡幅を進めており、令和2年度には全ての遊水地の供用が開始された¹⁾。現在は残りの堤防未整備区間の整備を急速に進めている状況である。令和2~4年度でも多くの管内整備工事を実施しており、過半数が堤防拡幅のための築堤盛土工事である。令和4年度時点で堤防整備の進捗は5割程度であり、今後もこの傾向は継続する。

一方で世界的に人為的な温室効果ガス排出に伴う気候変動の進行が問題視されている。気候変動は気温の上昇だけでなく、極端降雨の強度・頻度増加をもたらすといわれる²⁾。日本でもその影響は同様で、なかでも北海道は影響がより大きいとされ、河川整備基本方針の変更に至る事例も存在している³⁾。その他にも気候変動は水資源や自然生態系、産業や経済活動へも大きな影響を及ぼすと考えられている。この緩和策として、世界的に温室効果ガスの排出量と吸収量を同量とするカーボンニュートラルが推進されている。

日本政府は2020年10月に2050年カーボンニュートラル達成を目指すことを宣言し⁴⁾、北海道でも2021年3月に北海道地球温暖化対策推進計画(第3次)を策定し⁵⁾、国内

でも動きは高まってきている。2020年温室効果ガス排出量(確報値)によると国内のCO2総排出量のうち、3分の1以上を産業部門が占めている⁷⁾。あらゆる産業で対策が求められており、建設業も例外ではない。また、建設業の工事段階においては資源の製造・運搬、建設重機の稼働、現場管理の各過程で温室効果ガスを排出していると予測される。

当事務所の築堤盛土工事は盛土工に加え、盛土材料の改良・運搬、堤防拡幅に伴う堤内排水路移設、工事用道路造成等を1工事で一環して実施している。そのため、大量の土砂を扱う過程で、建設重機や資材運搬車両を大量に稼働しており、燃料として化石燃料である軽油を燃焼することで多くの温室効果ガスを排出していると考えられる。加えて、軟弱地盤上では緩速盛土施工を行うため、工期が長くなること重機や関係施設が長期に渡って燃料や電力を消費する。また、築堤盛土に使用する土砂は天然資材であり、置換えによる排出対策は難しい。同様の工事を年度内では多数同時並行で実施しており、数年度にわたりこの傾向が継続する予定である。

前述の状況下で河川整備とカーボンニュートラルを両立していくためには、①取組事例集の共有②工事施工段階での温室効果ガス総排出量算出が有効である。①が有効な理由は、類似工事が多いことから好事例の横展開が行いやすく、次年度以降も活用できることから対策効果が波及しやすいからである。②が有効な理由は、事務所特有の築堤盛土工事での温室効果ガス排出量の算出は現状の排出状況や当事務所の排出特性・要因を把握し、効果的な対策検討に役立つからである。現状、当事務所発注工事での温室効果ガス排出量を算出した事例は無い。一般的にも河川工事での温室効果ガス排出量を算出した

事例は少なく、その算出プロセスも様々であり、定まったものではない。北海道開発局が実施した環境家計簿の取組でも排出削減量のみに着目したものであり、工事内の総排出量を明らかにするものではなかった。また、②についても類似工事が多いことから算出プロセスの横展開が行いやすい。本稿では令和4年度にて千歳川河川事務所と受注者が協力して取り組んだ上記2つの取組の成果について報告する。

2. 取組事例集の共有

(1) 手順

千歳川河川事務所では、多数の工事を同時並行で、安全・円滑に進めていくため、毎年度、発注者・受注者間で「工事安全連絡協議会」を組織している。協議会を通じ、これまで月1回の安全点検（コロナ禍では代替としてWEBシステムによる「工事施工に関する安全対策事例集」の共有）や緊急時・交通事故発生時・大雨予測時の連絡を行っている。令和3年度には「河川工事でのCIM・ICT技術活用事例集」を連携して作成し共有した。この組織関係を活用し、各現場代理人へのアンケートによる取組事例収集、事例集作成、WEB連絡システムを介した配布を行った。事例集作成時には、施工、現場管理、その他の項目に分類した。

(2) 事例集の報告

配布した事例集の内容について抜粋して報告する。

a) 施工

抜粋して4つの事例について述べる。

1つ目に燃費基準達成型重機の導入である。土工ではバックホウ（図-1）とブルドーザ、工事中で実施する堤防除草作業ではハンドガイド式除草機にて燃費基準達成型重機の活用事例があった。同施工量であっても、燃費向上により化石燃料である軽油使用量が削減されることで、燃焼に伴うCO2排出量が削減される。事例として、燃費基準達成型バックホウ3台を導入し、1日1台あたり10L燃料使用量が削減されることで施工期間100日で7,860kgのCO2排出を削減した。

2つ目にアイドリングストップの徹底である。機械稼働停止時の燃料使用量削減により、CO2排出量が削減される。盛土工施工時のバックホウや運搬車両での導入事例があった。事例として、導入と現場代理人による呼びかけの徹底により、アイドリングストップ無しの場合と比較してバックホウであれば1日あたり約4.7Lの燃料使用量を削減し、1日あたり約12kgの排出量を削減した。

3つ目にバイオディーゼル燃料（以降、BDF）による軽油使用量削減である。BDFは植物由来の廃油から精製された燃料であるが、原材料時点で光合成によりCO2を



図-1 燃費基準達成型のバックホウ



図-2 ソーラーシステムを用いた現場監視カメラ



図-3 ソーラーシステムハウス

吸収しているため、燃焼使用してもCO2排出量が相殺されると考えられる。事例として、一部車両の燃料使用予定量のうち5%をBDFへ代替し、車両使用期間で約43kgのCO2排出を原材料時点の吸収量にて相殺した。

4つ目にICT施工化である。ICT施工化することで生産効率向上・工期短縮に伴う燃料使用量削減及びCO2排出量削減効果が期待できる。事例としてICT路体（築堤）盛土にて工期を当初予定の69日から15日短縮し、盛土工施工期間で4,076kgのCO2排出量を削減した。

b) 現場管理

抜粋して3つの事例について述べる。

まず1つ目にソーラーシステムを導入した現場管理用の装置や施設の導入である。これらでは装置や施設本体や周辺にソーラーパネルを設置し太陽光発電を行い、得られた装置を蓄電後、装置や施設に供給する。現場から得られた再生可能エネルギーを活用しているため、発電に伴う化石燃料の消費を削減しCO2排出量の削減につながる。いずれの装置・施設についても工事期間中は太陽光発電のみで電力をまかなうことが可能であった。令和4年度は装置では現場監視カメラ（図-2）、電光掲示板、大型回転灯、施設では職員の休憩所や含水比試験場（図-3）が事例として挙げられた。設置期間100日で、現場監視カメラで11,318kg、電光掲示板で2,320kg、大型回転灯で1,207kg、休憩所で4,620kgの削減量であった。また現場監視カメラについては、現場事務所から現場監視が可能となり巡視回数削減につながるため、巡視車両使用時の燃料使用削減によるCO2排出削減効果も得られる。事例として日当たりの巡視回数は従来4回であったが2回に削減することで、工事期間100日間で1,336kgの削減となった。

2つ目に職員車両へのハイブリッド自動車導入が挙げられる。ハイブリッド自動車導入により通常の乗用車と比較してガソリン使用量が削減されCO2排出量削減につながる。事例では、1日あたり3.2Lのガソリン使用を削減し、車両使用期間100日間で約742kgのCO2排出量を削減した。

3つ目は遠隔臨場やWEB会議の導入である。監督職員との立会・段階確認、本社職員との社内検査を遠隔臨場システムによりリモートで実施し、職員の車両移動回数を削減する。また社内会議等にもWEB会議システムを使用する。これにより燃料使用量削減に伴い、CO2排出量が削減できる。事例では、1回につき約2～5kgの削減効果があり、計30回実施した。

c) その他

施工・現場管理以外では、まずロゴマークの掲示が挙げられる。こちらは事務所から受注者全体へ現場内でのロゴマーク掲示を徹底することで、現場内に加えて地域住民にもカーボンニュートラルへの意識を波及させるためのものである。直接的な排出削減はないものの、周囲への間接的な排出対策へつなげることができる。

また、河川敷地への河畔林形成活動が挙げられる。事務所では地域団体と協力して河川敷地内に植樹活動を実施しており、最終的に石狩川流域へ300万本の植樹を行う予定である。これを達成した場合、樹齢40年程度で1本あたり1年間で約14kgのCO2吸収効果が期待できる。

(3) 結果・まとめ

令和4年度の築堤盛土工事での施工時の取組では、燃費基準達成型建設重機やICT施工、現場管理での取組で

はソーラーシステム導入型現場監視カメラやWEB会議アプリの活用が多く現場で実施されていた。反対に、アイドリングストップやバイオ燃料への代替、ソーラーシステム導入型の電光掲示板や大型回転灯といった取組を実施している現場は少なかった。

次年度以降も同様の築堤盛土工事が多数同時並行で実施されていくことを踏まえ、今後は受注者へ対して作成した事例集を工事開始段階で配布することが取組促進につながると考えられる。事例集については今後適宜、追加・修正することで管内特性に合わせた取組事例を蓄積し普及していくことができると考えられる。

3. 工事中のCO2排出量の算出

(1) 算出の手順

令和3年度施工工事である「石狩川改修工事の内 旧夕張川右岸下流築堤盛土外工事」を対象に工事中のCO2総排出量の算出を実施した。工事概要を図4示す。当工事は約70,000m³の築堤盛土を行う工事であり、粘性土と砂質土の混合攪拌により盛土材の造成を行う。また、それに伴い、土取場・攪拌場・盛土箇所間の運搬作業が発生する。当工事の当初設計書に基づく計画工程を踏まえ、「排出対策なし」、工事受注者の創意工夫による「排出対策あり」の2パターンで排出量の算定を行った。また算出過程を直接工事と現場管理・共通仮設に区別した。算出の手順を以下に示す。

a) 検討範囲

まず、CO2排出量を算定する上での検討範囲について、本検討では工事に関係するサプライチェーン全体のうち、工事受注者（協力会社を含む）自らによる燃料の燃焼である直接排出（SCOPE1）と他社から供給された電気等の使用に伴う間接排出（SCOPE2）に着目することとした。本来は使用する燃料の輸送や職員の通勤といった施工段階以前や目的物供給段階での間接排出（SCOPE3）についても検討すべきだが、施工段階以前について詳細の整理が難解なこと、供給段階については工事目的物である土堤そのものが供給時にCO2を排出しないことが検討範囲外とした理由である⁹。

b) 算出方法（直接工事）

直接工事で発生するCO2は各工種にて使用する建設機

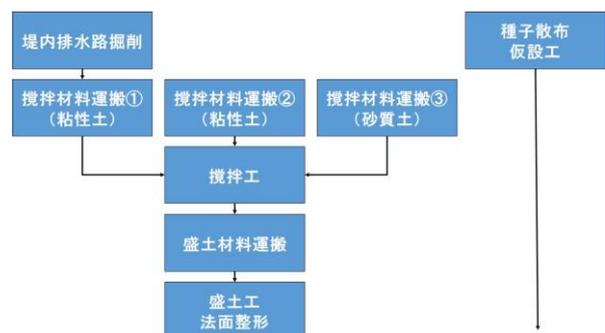


図4 工事概要

械稼働や資材運搬車両運行に伴う化石燃料の燃焼によるものだと考えられる。これを踏まえ、環境省の示す温室効果ガス排出量算定方法のうち積み上げ方式を参考に、対象工事での建設機械稼働等に応じた燃料使用量の積み上げ方式による算出を行った¹⁰⁾。

排出対策ありの場合については、上記と同じ方法で算出を行うが、次の3条件を変更している。1つ目は使用重機である。これは企業が創意工夫で選定した重機としており当初設計書上の規格から変更している。規格を変更しても企業努力により施工量は保たれる。2つ目は使用重機の総稼働時間であり、これはICT施工・新技術によ

る効率向上が理由である。土木工事積算基準書¹¹⁾の日当たり施工量または国土交通省NETISの実績を踏まえ、施工効率向上分を反映させた。3つ目は、受注者が工事中にアイドリングストップに取り組んだため、これによる排出削減量も総排出量から差し引きした。

算出にあたり、設定条件・引用資料・算出方法を表-1に示す。

c) 算出方法（共通仮設・現場管理）
b)以外でも工事に関係して、現場管理のために燃料燃焼や電力消費が行われている。また、その内容については設計書には詳細が記載されないものが多い。今回は工事

表-1 直接工事算出時の設定条件・引用・備考

設定条件	引用・備考
使用機械・稼働台数・1台当たり稼働月数	・工事受注者による当初設計書を踏まえた計画工程
定格出力・燃料消費率・日当たり稼働時間	・建設機械等損料算定表 ¹²⁾
月当たり稼働日	・土木工事積算基準書 ・当初設計書の施工数量 ・1月以上稼働する場合は週休2日（4週8休）を考慮し、21日とする ¹³⁾ 。
CO2排出原単位	・環境省排出係数一覧 ¹⁴⁾
ブル（運搬路維持）	・施工量は業者からの聞き取りも踏まえ、運搬日で各日1時間の実施とした。
バックホウ（クレーン機能付き）	・排出対策ありでは、受注者のNETIS実績を踏まえ、日当たり施工量を108/73倍した。（実績に基づく1日当たり敷鉄板設置・撤去施工枚数）
アイドリングストップ	・盛土工用バックホウにて実施。 ・燃料使用量及び日当たり稼働時間は業者実績より-2.0 (L/h)、7/3 (h/日)

表-2 共通仮設・現場管理の項目・算出方法

項目	算出方法
現場事務所の電源	・8月と11月の電気使用量より電気使用量の平均値を算出し、設定した。 ・電力供給源は北海道電力。
作業員休憩施設・現場監視カメラ	・直接工事と同様。電力は発電機。 ・排出対策ありの場合の供給電源は太陽光による再生可能エネルギーのためCO2排出量は0とした。
除草	・直接工事と同様。 ・実工程も踏まえ供用日あたりで検討。 ・4ヶ月間維持作業実施。
敷鉄板運搬	・受注者計画より1日の運搬回数を5セットとした。
重建設機械の分解組立	・直接工事と同様。
重建設機械の輸送	・実績を踏まえ基地から現場までは片道1h、現場内では0.5hの輸送時間とした。
現場巡視車	・直接工事と同様。 ・排出対策なしでは日当たり4回の現場巡視。 ・排出対策ありの場合、現場監視カメラを活用することで巡視回数を半減した。
掘削箇所の整地作業	・直接工事と同様。

記号	工種	使用機械		機械能力			機械数量		稼働時間				総消費量	CO2排出原単位	CO2排出量
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪			
項目	-	名称	規格	定格出力	燃料消費率	燃料消費量	数量	1台当たり稼働月数	総稼働月数	日当たり稼働時間	月当たり稼働日	総稼働時間	-	軽油	-
単位	-	-	-	kW	L/kWh	L/h	台	月/台	月	h/日	日/月	h	L	kg/L	kg
算出式	-	-	-	-	-	③×④	-	-	⑥×⑦	-	-	⑧×⑨×⑩	⑤×⑪	-	⑫×⑬
引用	-	受注者計画工程	建設機械等損料算定表	-	-	-	受注者計画工程	-	建設機械等損料算定表	土木工事積算基準書	-	-	環境省施工令	-	-

図-5 積み上げ方式による算出表

受注者と協議して、発生要因と考えられる作業・機械等の項目を挙げた。また、積算基準にないデータについても、受注者との協議の上、それぞれ適切と考えられる方法で排出量を算定した（表-2）。

(2) 試算及び解析の結果

a) 直接工事によるCO2排出量

図-6より、対象工事のうち直接工事からのCO2排出量は排出対策なしでは約87.8万kgと算出された。また、作業別の排出量割合は、ダンプトラックによる土砂運搬作業が全体の約4分の3を占めており、最も多い結果となった。続いて運搬に伴う積込作業による排出量が全体の約9%となり、土砂運搬関係の作業で排出量全体の8割以上を占める結果となった。

排出対策ありではCO2排出量は約82.9万kgと算出された。排出対策なしと比較すると約6%のCO2排出量を削減した結果となった。削減の要因は、ICT施工・新技術活用により工期を短縮したこと、施工効率を落とさずにバックホウを燃料消費効率の良い小型バックホウに変更したこと、アイドリングストップを実施したこととなった。

b) 現場管理・共通仮設によるCO2排出量

図-6より、現場管理・共通仮設からのCO2排出量は排出対策なしでは約2.8万kg、排出対策ありでは約1.8万kgと算出され、約35%のCO2排出量を削減した結果となった。削減の要因は、ソーラーシステムの活用による電力使用量削減、重機小型化による分解組立作業の回数削減や現場監視カメラ活用による現場巡視回数削減による軽油使用削減であった。

(3) 考察

a)b)より本工事では受注者の排出対策により、直接工事では約6%、現場運営・共通仮設では約35%のCO2排出量を削減した。

直接工事からのCO2総排出量については土砂運搬関係作業による影響が最も大きいことが明らかであり、重点的な対策が必要となる。また、現状行われている対策メニューについて土砂運搬に関係するものは少ない。今後、運搬関係の対策を促進していくことが求められる。対策

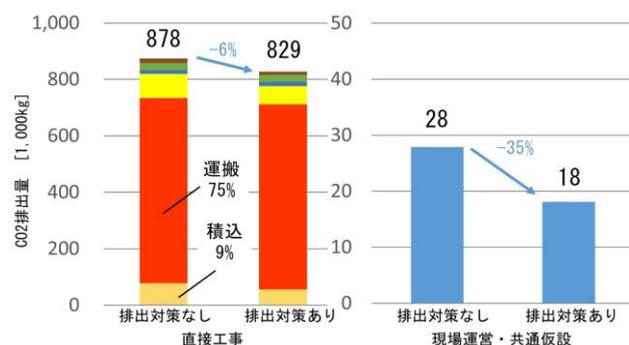


図-6 算出結果

案としては、運搬距離を短くすることによる燃料使用量削減や、化石燃料以外の燃料への代替が有効であり、アイドリングストップを運搬車両でも導入すること、2 (2) a)で挙げたBDFを使用すること、近年技術開発が進んでいる電気・水素によるエネルギー源の変更等が考えられる。

現場管理・共通仮設については多様な算出減があるため、特定の項目についての削減だけでは不十分である。排出量削減については、現場へ設置する施設や装置へのソーラーシステム導入、車両利用回数の削減等が挙げられる。

4. まとめ

本稿では、気候変動問題を踏まえ、適応策である河川整備と緩和策であるカーボンニュートラルを両立していくために令和4年度での千歳川河川事務所の取組について取りまとめた。

(1) 事例集

工事受注者と協力することでカーボンニュートラルへの取組事例集を作成・配布を行った。

施工について、燃費基準達成型建設重機の導入、ICT施工をはじめ4事例を抜粋して紹介した。

現場管理について、ソーラーシステムを活用した装置・施設の導入、遠隔臨場をはじめ3事例を抜粋して紹介した。

次年度以降も類似の築堤盛土工事が多く行われることが予測されるため、次年度以降も事例の共有や収集を継続して行うことで排出削減が促進されると考えられる。

(2) CO2排出量の算出

「石狩川改修工事の内 旧夕張川右岸下流築堤盛土外工事」について、工事段階でのCO2総排出量と削減量を算出を試みた。

直接工事における総排出量は約87.8万kgとなり、うち約4分の3が土砂運搬作業によるものであった。また、排出対策を講じた際の削減量は約5.0万kgであり、本工事では約6%の削減を達成した。またその削減の要因は、ICT施工・新技術活用による工期短縮、使用機械の規格変更による燃料消費効率向上、アイドリングストップによる機械稼働時間削減によるものであった。

現場管理についての総排出量は約2.8万kg、削減量は約1.0万kgとなり、約35%の削減を達成した。

以上を踏まえ、現状の千歳川河川事務所の主要工事である築堤盛土工事についてのCO2排出量・削減量の実態を把握する基礎データを得た。また、排出の特性として土砂運搬作業が大きな要因となることが予測された。今後は土砂運搬に対しての対策が重要だと考えられる。

5. 課題

(1) 事例集の改善・更新

作成した事例集は令和4年度の千歳川河川事務所の取組事例のみで構成されている。令和5年度以降も同様の工事が多数実施されることも踏まえ、新たな取組を適宜事例集へ追加し、共有していくことが求められる。

また、石狩川下流域をはじめ北海道・全国で活用可能な事例を探し、事務所から提案していくことも有効だと考えられる。

(2) CO2排出量算出方法の精度改善

今回実施した総排出量であるが2つの課題がある。

1つ目はScope3を検討範囲から外していることである。特に作業員の通勤・移動、建設機械の製造・輸送、使用燃料の生成・輸送、工事発注前の調査・設計等を考慮することでより実態に近づくと考えられる。

2つ目は現場管理の選定項目である。今回選定した項目以外にも受注業者の本社での図面・資料作成作業などを行っていると考えられるため、そのような作業についても検討を行うことでより実態へ近づくと考えられる。

(3) 今後の応用

今年度の2つの取組を踏まえ、今後、当事務所でカーボンニュートラルを推進するにあたり事務所発注工事全体でのマネジメントへと応用可能だと考えられる。今回のCO2排出量算出は1工事のみについて実施したが、類似工事については今回確立した算出方法で算出が可能だと考えられる。事務所発注工事全てに対して排出量の算出を行うことで管内の河川整備工事における排出量の実態把握へ近づくと考えられる。また、それを踏まえた対策の検討や事例の収集・提案を行うことも可能となる。省エネルギー等による排出対策だけでなく、発電事業といった再生可能エネルギーによる創エネルギー対策、植樹活動による吸収量増加対策、カーボンオフセットによる排出量の埋め合わせ対策等を含めた体系的な検討が可

能となり、事務所単位でのカーボンニュートラル実現へと近づけることができる。

謝辞：本稿の作成、事例集の作成、CO2排出量の算出にあたり、工事請負業者各社が有する貴重な技術や情報の共有をいただいた。特に「石狩川改修工事の内 旧夕張川右岸下流築堤盛土外工事」現場代理人である藤原氏とは算出の過程で情報提供に加え、ご意見・ご指摘をいただいた。ご協力いただいた全ての方に深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省北海道開発局：石狩川水系千歳川河川整備計画（変更），2015
- 2) 国土交通省北海道開発局：報道発表資料「令和2年度から千歳川遊水地群が供用開始」，2021
- 3) 文部科学省：日本の気候変動2020，2020
- 4) 国土交通省：十勝川水系河川整備基本方針（R4.9 変更），2022
- 5) 環境省：令和4年版環境・循環型社会・生物多様性白書，2022
- 6) 北海道：北海道地球温暖化対策推進計画（第3次）改定版 本編，2021
- 7) 環境省：2020年度（令和2年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について，2022
- 8) 国土交通省北海道開発局：環境家計簿の手引き（2021年度版），2021
- 9) 環境省、経済産業省：サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver.2.4）
- 10) 環境省：平成18年度 環境影響評価フォローアップ業務（温室効果ガス排出量に係る環境影響評価の検討）報告書，2007
- 11) 国土交通省：土木工事積算基準書 令和4年度，2022
- 12) 国土交通省：令和4年度版 建設機械等損料算定表 北海道補正版，2022
- 13) 国土交通省：令和4年度 週休2日制適用工事の概要，2022
- 14) 環境省：算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧，2022